



Junio de 2020
Santiago, Chile.

Optimización de la capacidad de atención del personal de salud de camas críticas

Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)
Ingeniería Industrial, FCFM – U.de Chile.



EL PROBLEMA

La pandemia de COVID-19 impone un desafío de grandes proporciones donde la operación a plena capacidad de las camas UCI es de vital.

La disponibilidad de camas y respiradores es relevante, pero es igualmente importante la disponibilidad de personal de salud capacitado para operarlos y brindar tratamiento adecuado a los pacientes.

Ante la escasez a nivel mundial de equipamiento de protección personal (EPP) y el alto flujo de pacientes, se han observado altas tasas de contagio entre el personal médico en países como Italia, España y Estados Unidos, lo que reduce significativamente la capacidad de atención, particularmente de pacientes críticos.

Chile no ha estado ajeno a esta situación...



RECURSOS CRÍTICOS

UCI, UTI, Respiradores,
Personal médico capacitado.

PROBLEMA

Alta tasa de contagio entre el personal médico reduce la capacidad efectiva para atender a pacientes críticos.

SITUACIÓN EN CHILE

“Tenemos hoy 1.567 personas de salud del sistema público contagiadas en cuarentena. Y en el sector privado son 672”

“Desde Marzo, la Sociedad de Intensivistas capacitó a más de 30 mil Personas, enfermeras, kinesiólogos y médicos internistas o de cirugía Para asistir a estas unidades”

Subsecretario de Redes Asistenciales

Diario La Tercera

23 de Mayo de 2020



Intervención propuesta por ISCI para una capacidad de atención

NUESTRAS IDEAS

- **Diseñar turnos de trabajo que minimicen la probabilidad de contagio** entre el staff, para mantener la capacidad de atención en el tiempo
- **Optimización dinámica**, reubicando staff entre turnos, horarios y centros a medida que aparecen contagios.
- El sistema considera las **situaciones particulares del personal** que pueden restringir su posibilidad de actuar en ciertos turnos.

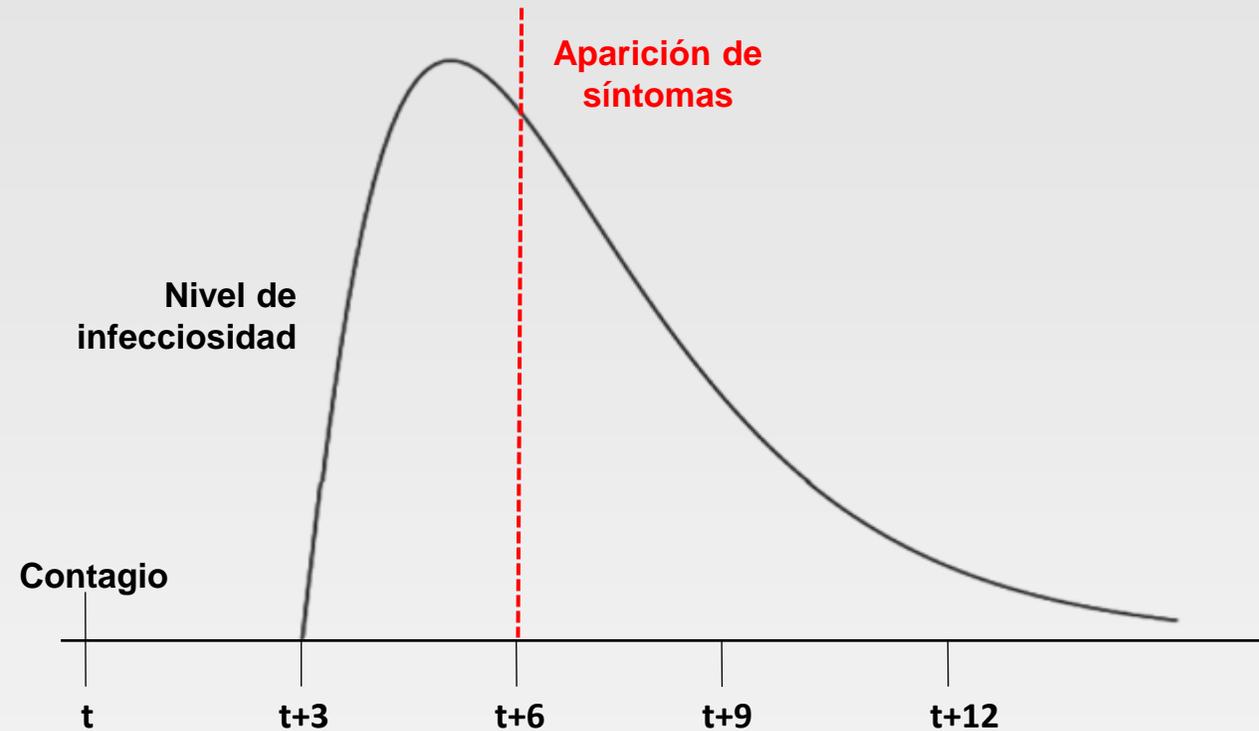
- **Plataforma de visualización**, que facilite la implementación en la práctica
- **Trazabilidad para identificar personal con riesgo** de contagio (seguimiento, tests, cuarentena prev.).
- **Integración de empresas tecnológicas** con experiencia en algunas de las componentes de la solución integral

Además proponemos

- **Testeo estratégico** del personal via **pool-testing** de PCR para poder acelerar el regreso de equipos a terreno e identificar tempranamente contagios
- **TeleUCI**. Ventiladores cuya información relevante será puesta en línea, para que personal experimentado pueda, remotamente, colaborar con el personal en terreno

DISEÑO DE TURNOS

Estudios recientes establecen que los **síntomas aparecen entre 5 y 6 días desde la fecha de contagio**¹, mientras que el período infeccioso comienza aproximadamente **3 días antes de la aparición de síntomas**².



1. Lauer, Stephen A., et al. "The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application." *Annals of internal medicine* (2020).
2. He, Xi, et al. "Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19." *Nature medicine* (2020): 1-4.

Se buscan esquemas de turno que:

Reduzcan la exposición al contagio.

Aprovechen el período de incubación de la enfermedad.

Como regla general esto se puede lograr con turnos que combinen:

- Períodos concentrados de trabajo durante 3-4 días.
- Períodos largos de descanso (10 días aprox.).
- Esquemas coordinados que reduzcan la cantidad de gente a la que se está expuesto.

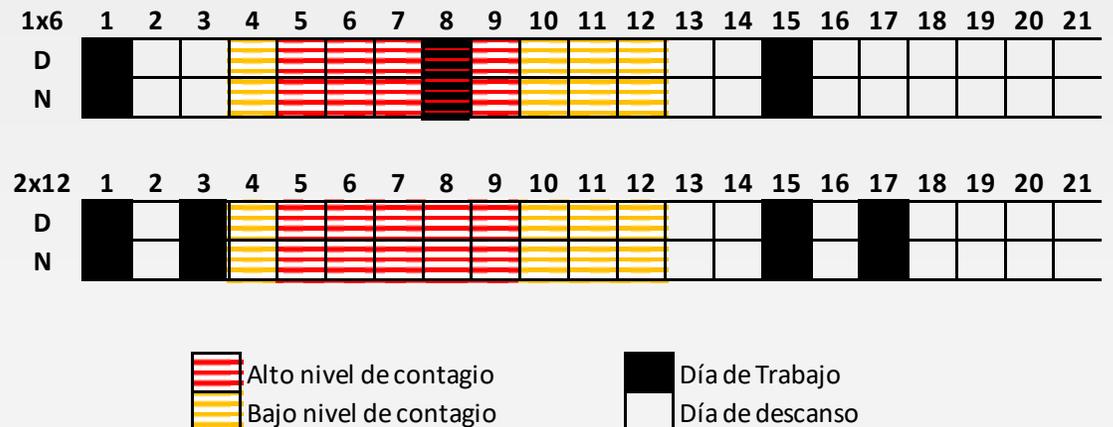
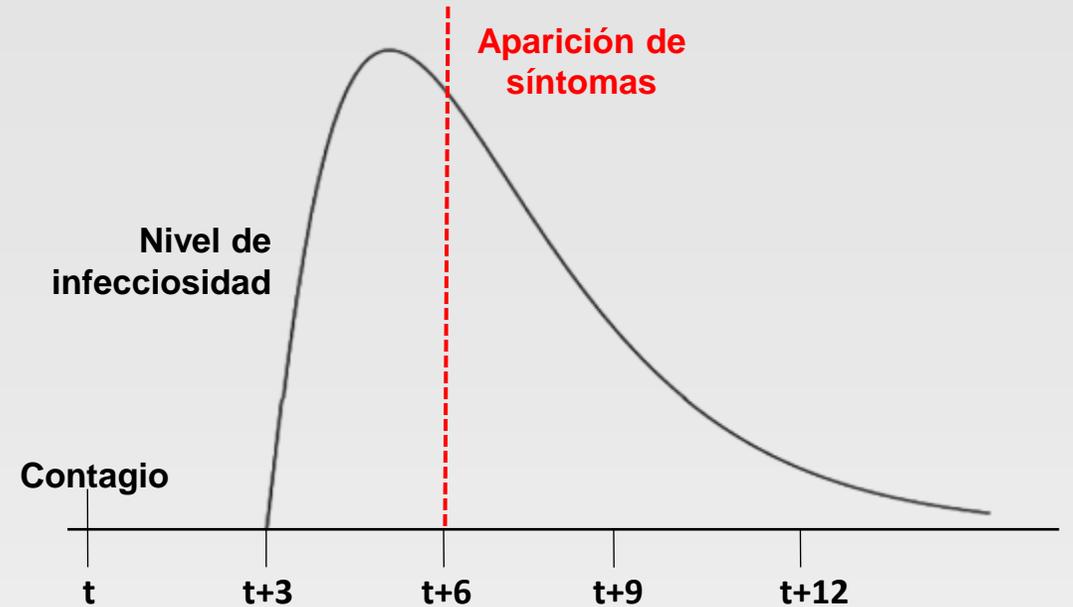
REDUCIENDO EL CONTAGIO

Suponiendo contagio en el día 1:

- Aparición de síntomas aprox. día 6
- Período infeccioso comienza 3 días (aprox.) antes de la aparición de síntomas²

El **turno 1x6** no aprovecha plenamente el período de incubación y contempla el retorno al hospital durante la ventana de tiempo en que el riesgo de contagio es alto.

El **turno 2x12** aprovecha los tiempos de evolución de la enfermedad concentrando los días de trabajo antes del período infeccioso y contempla el retorno una vez que el riesgo de contagio es bajo (lo mismo ocurriría si el contagio se produce el día 3). De esta forma se reduce el contagio entre trabajadores de la salud.



EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS TURNOS

Cada turno tiene una utilización base, que viene dada por:

$$U_{base} = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Totales}}$$

En un turno 1x6, donde se trabajan 24 horas semanales, la utilización base es:

1x6	--	24h						
	1	2	3	4	5	6	7	
D	■							
N								

$$U_{base}^{1x6} = \frac{24 \text{ horas}}{168 \text{ horas}} = 14,3\%$$

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS TURNOS

La cantidad de turnos necesarios N_{base} para una dotación permanente (24/7) de D viene dada por:

$$N_{base} = \frac{D}{U_{base}}$$

En un turno 1x6, donde se trabajan 24 horas semanales, la cantidad de turnos necesaria para dotar la UCI de tres médicos 24/7 es:

$$N_{base}^{1x6} = \frac{3}{U_{base}^{1x6}} = \frac{3}{14,3\%} = 21$$

MODELO DE SIMULACIÓN



Se modelan las interacciones y usan probabilidades de contagio (horizonte de 24 semanas):

- Con pacientes
- Con miembros del equipo médico
 - Función del esquema de turnos y equipamiento de protección personal (EPP)
- Fuera del hospital

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS TURNOS

En cada jornada de trabajo existe riesgo de contagio, que disminuye la disponibilidad del personal médico debido a cuarentenas preventivas y períodos de recuperación en caso de contagio.

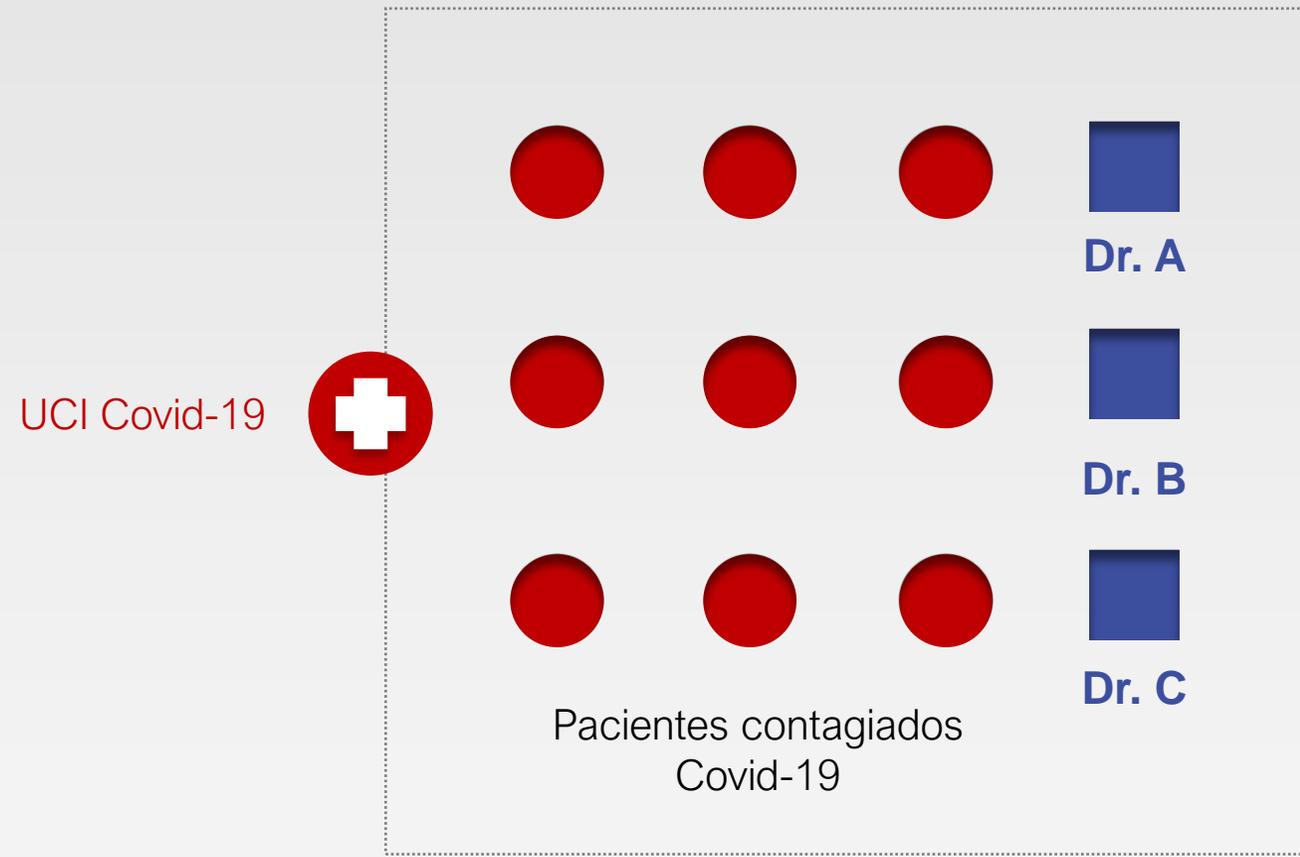


Se construyó un modelo de simulación que permite evaluar cada turno en función de la disponibilidad para trabajar del personal médico, considerando ausentismo.

Se determinan los valores de utilización efectiva U_{ef} y cantidad efectiva N_{ef} para varias configuraciones de turno.

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

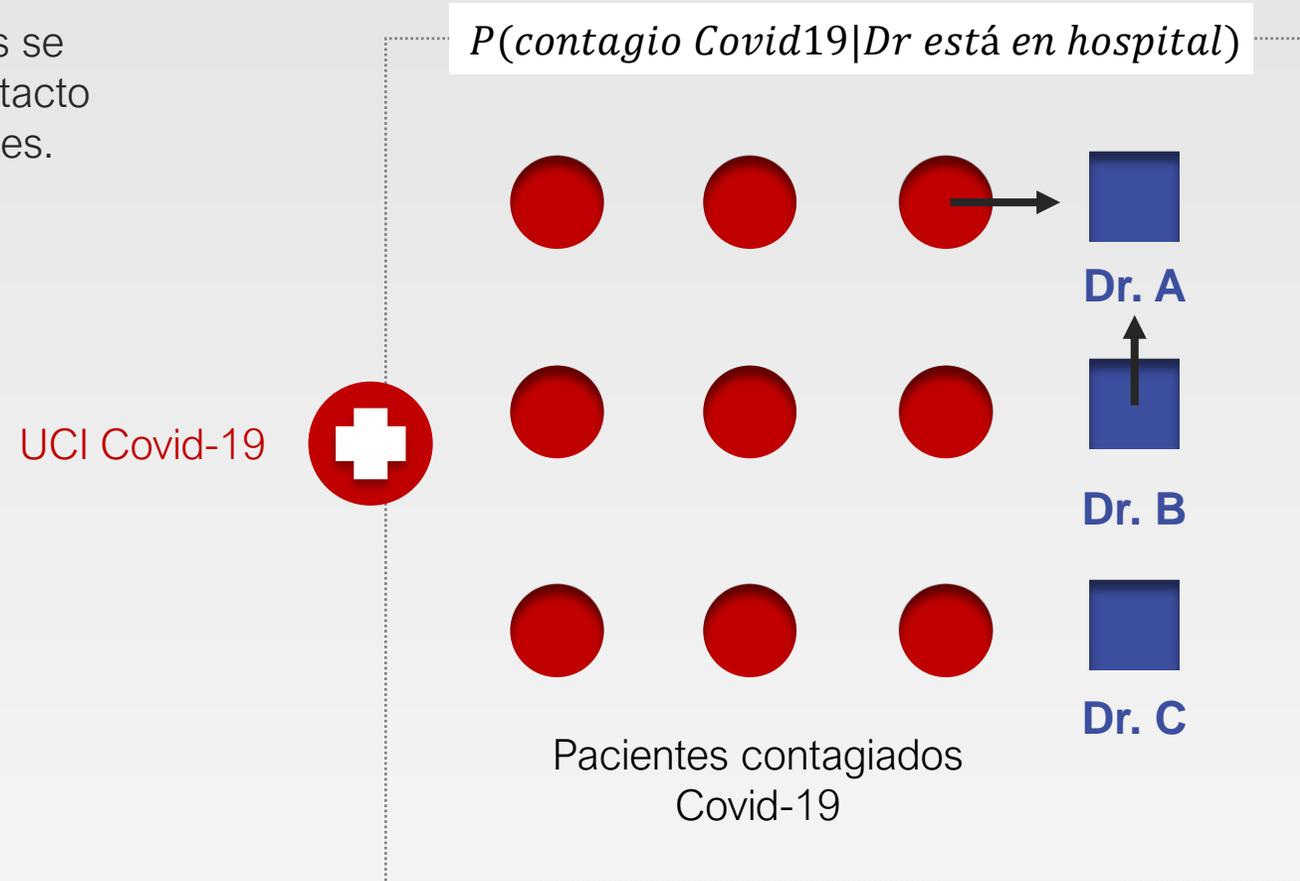
1/4 ¿Cómo funciona la simulación?



SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

2/4 ¿Cómo funciona la simulación?

En cada turno los médicos se pueden contagiar por contacto con sus colegas o pacientes.

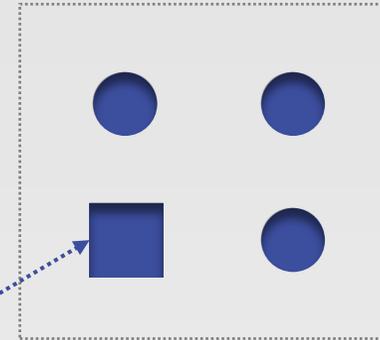
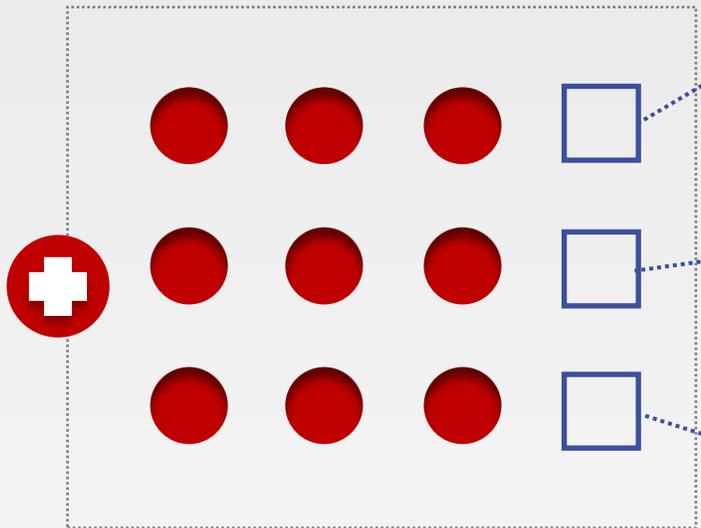


SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

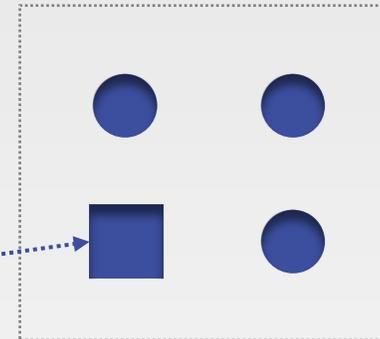
3/4 ¿Cómo funciona la simulación?

Al finalizar el turno cada médico
vuelve a su hogar.

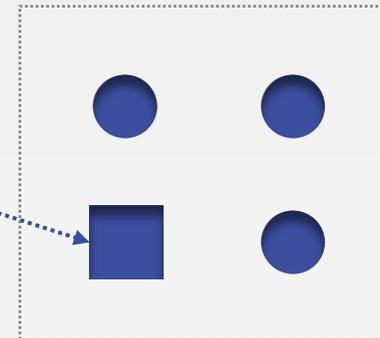
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



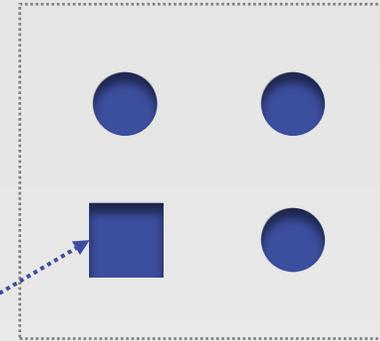
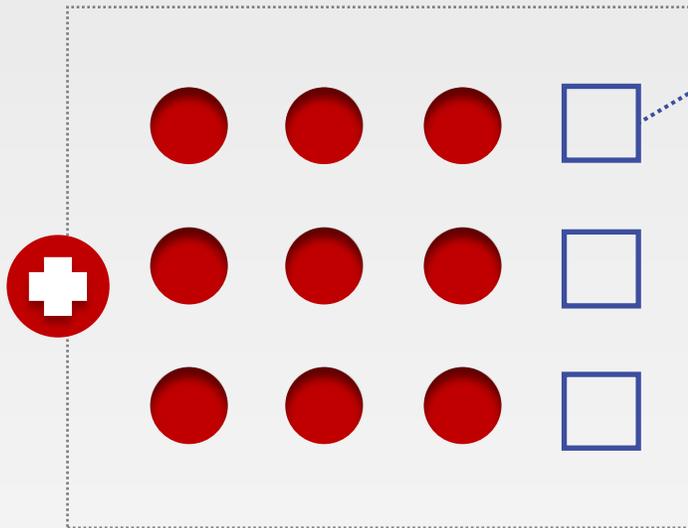
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

4/4 ¿Cómo funciona la simulación?

Fuera del hospital los médicos se pueden contagiar.

UCI Covid-19



Hogar Dr. A

$P(\text{contagio Covid19} | \text{Dr está fuera del hospital})$

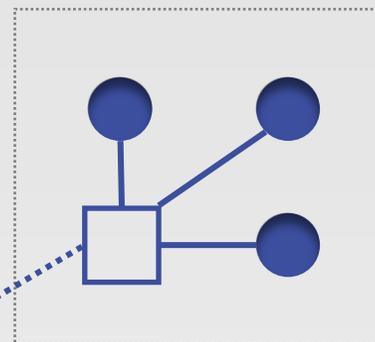
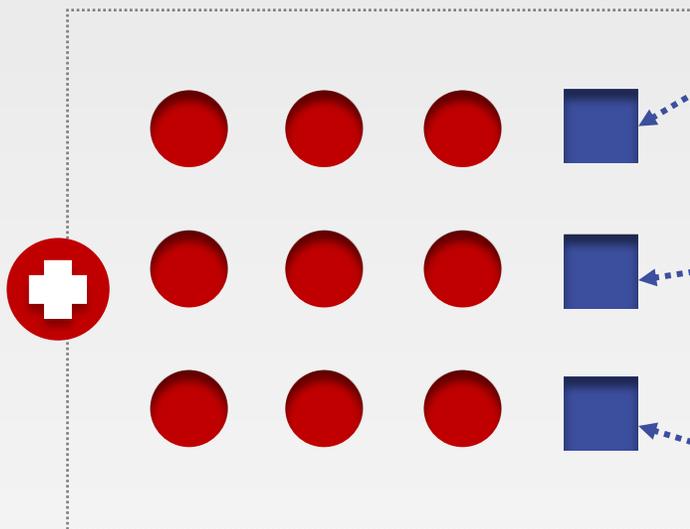


EJEMPLO 1

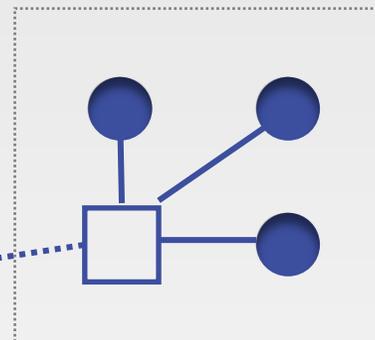
SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

1/6 Ejemplo de contagio: TURNO DE TRABAJO

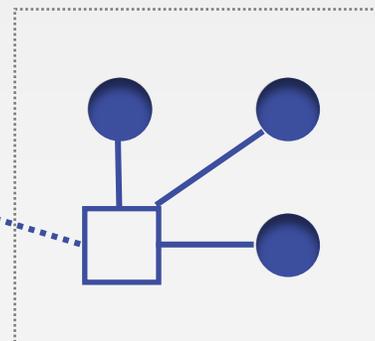
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B

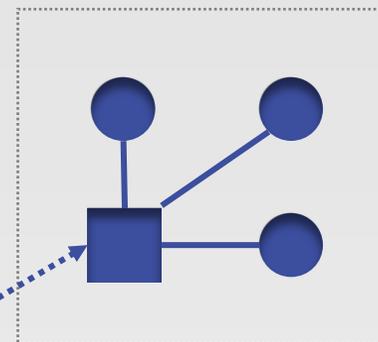
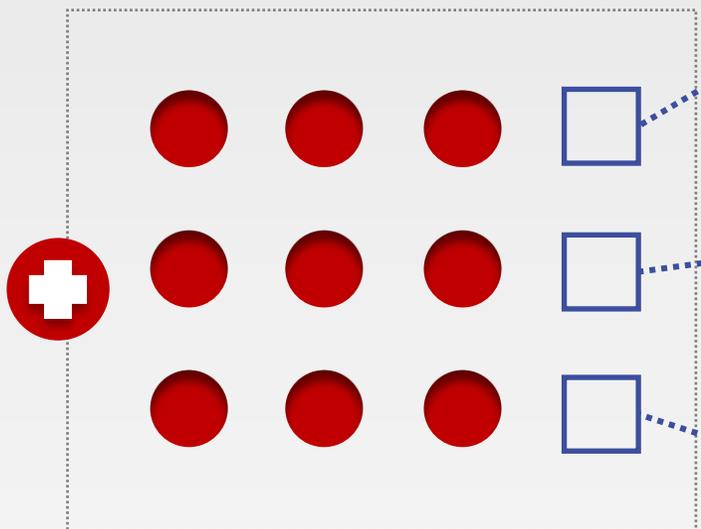


Hogar Dr. C

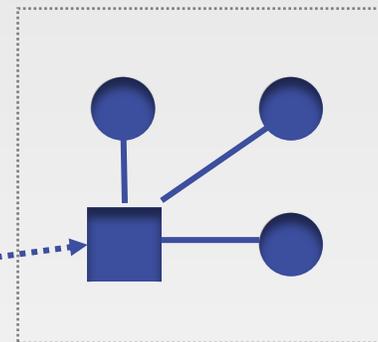
SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

2/6 Ejemplo de contagio: FINALIZA TURNO

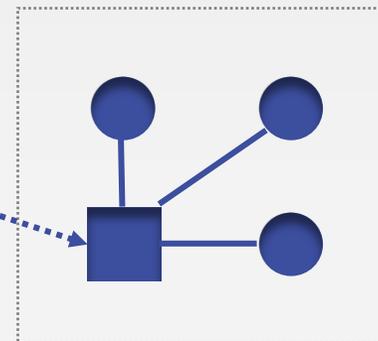
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



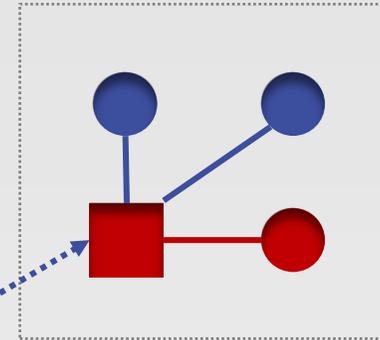
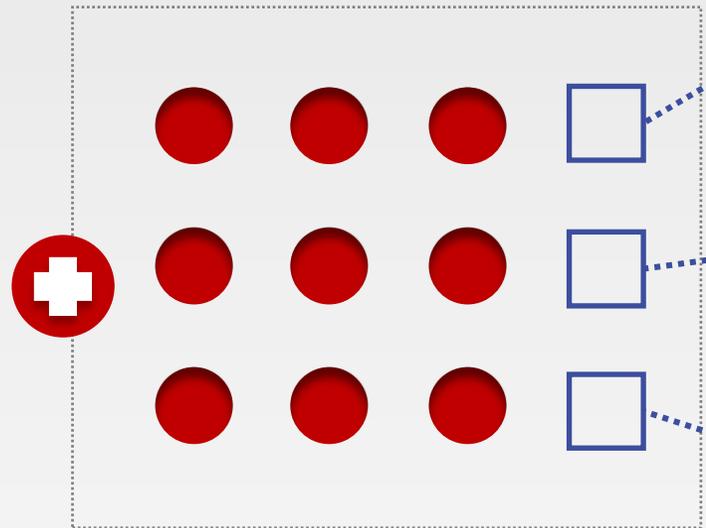
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

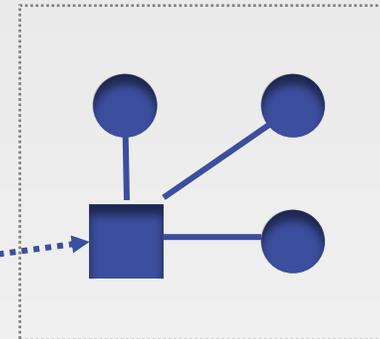
3/6 Ejemplo de contagio: **DÍAS DE DESCANSO**

CONTAGIO DR. A

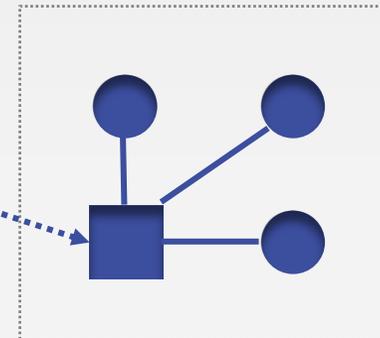
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



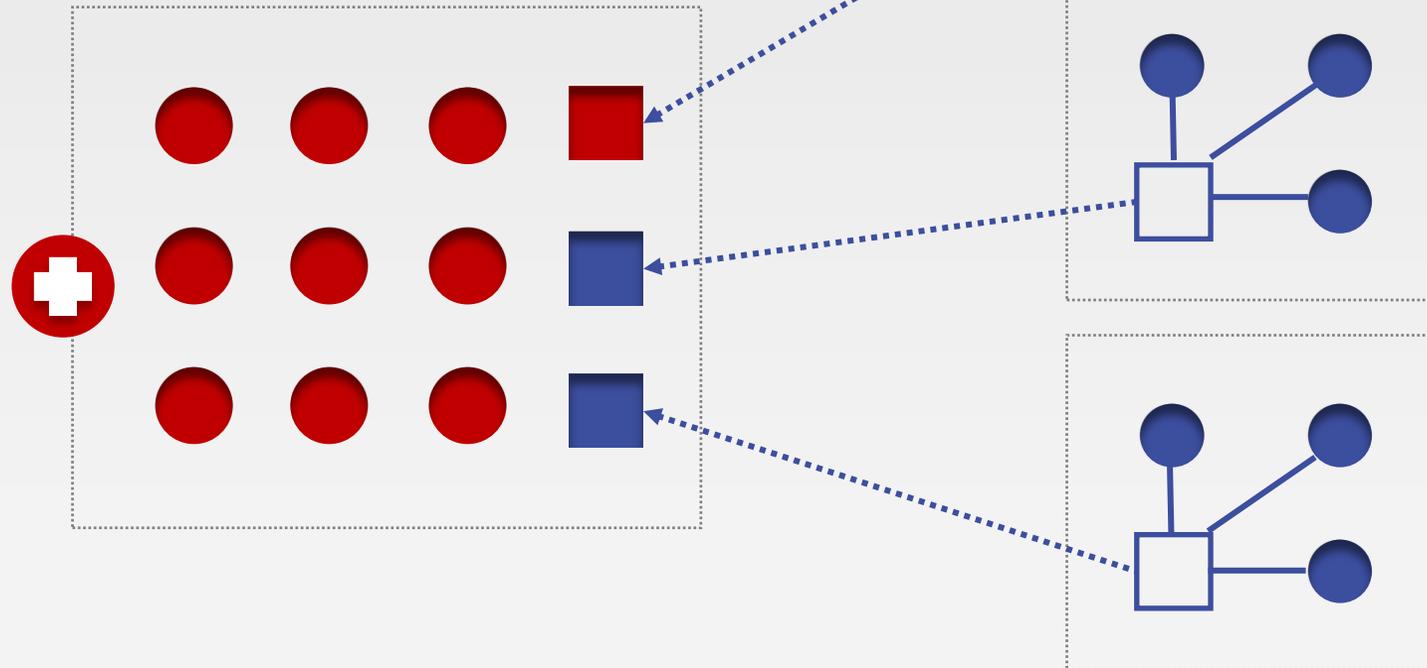
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

4/6 Ejemplo de contagio: VUELTA AL TRABAJO

DR. A NO PRESENTA SÍNTOMAS

UCI Covid-19



Hogar Dr. A

Hogar Dr. B

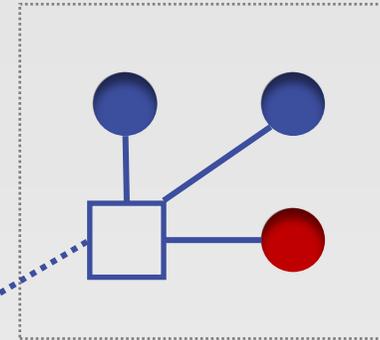
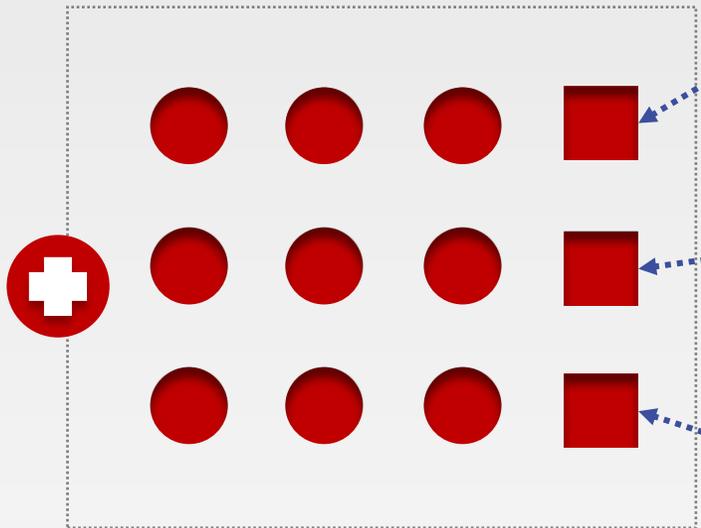
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

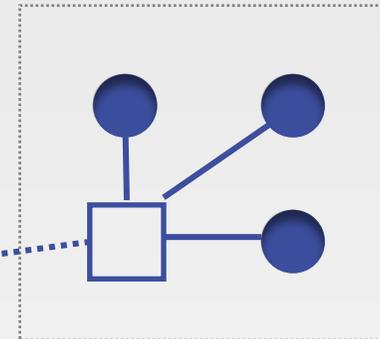
5/6 Ejemplo de contagio: VUELTA AL TRABAJO

DR. A NO PRESENTA SÍNTOMAS

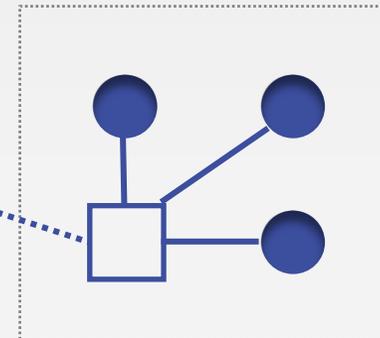
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



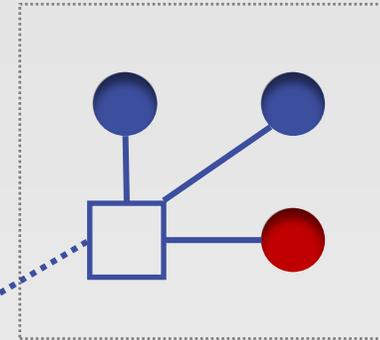
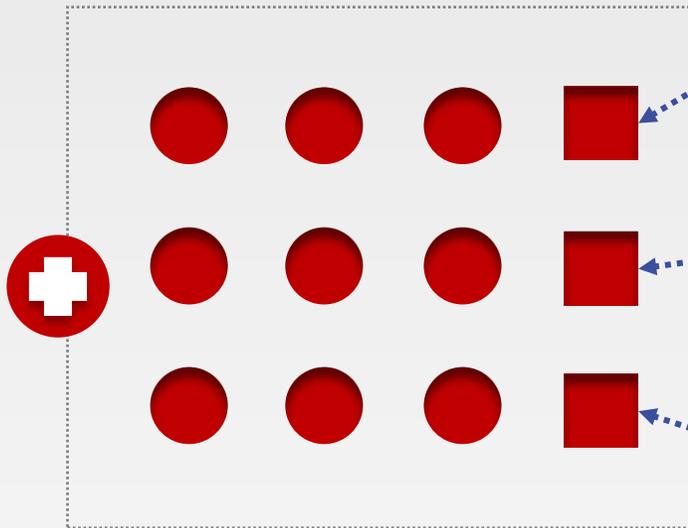
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

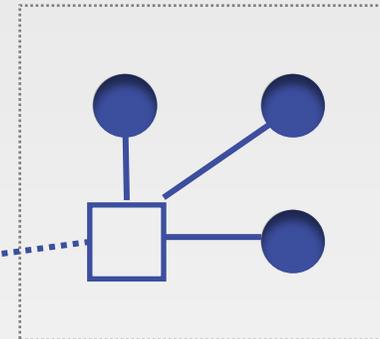
6/6 Ejemplo de contagio: FIN DEL TURNO

CONTAGIO A TODO EL EQUIPO MÉDICO

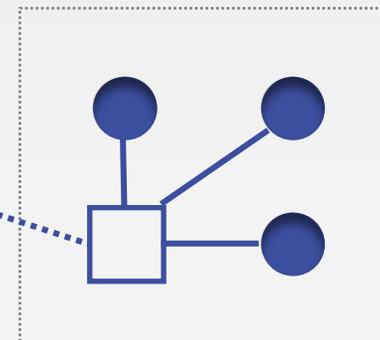
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



Hogar Dr. C



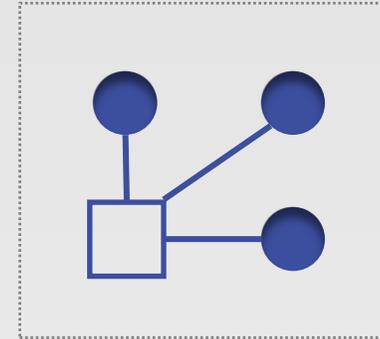
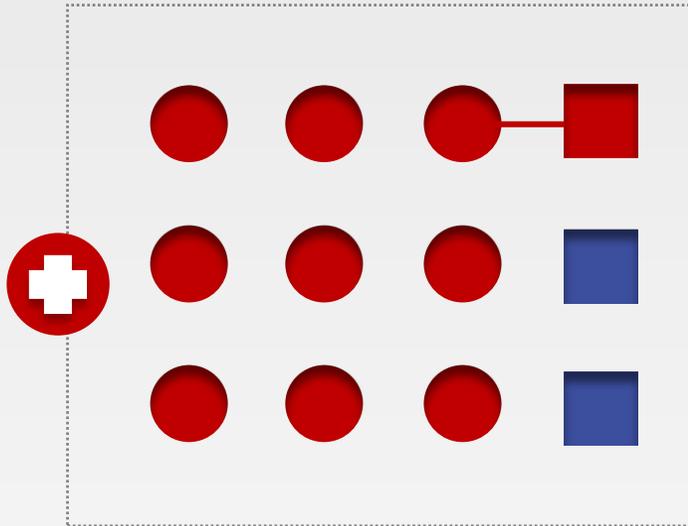
EJEMPLO 2

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

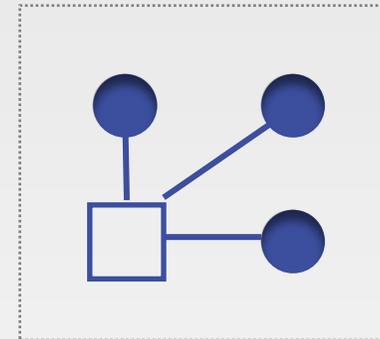
1/5 Ejemplo de contagio: TURNO DE TRABAJO

CONTAGIO DR. A DESDE UN PACIENTE

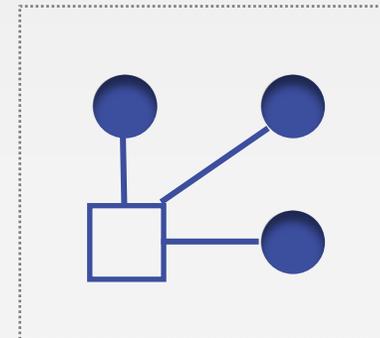
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



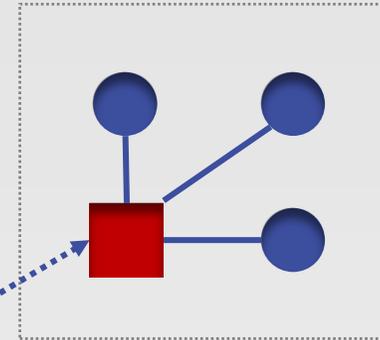
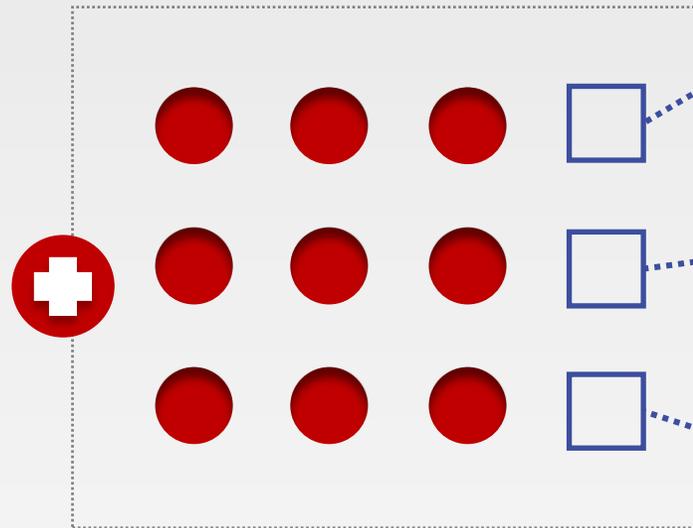
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

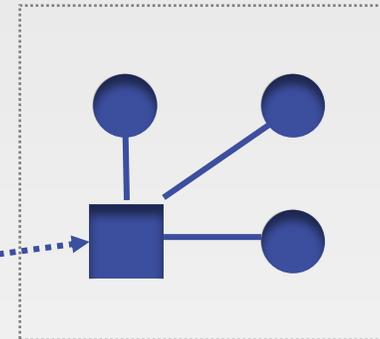
2/5 Ejemplo de contagio: FIN DEL TURNO DE TRABAJO

CONTAGIO DR. A DESDE UN PACIENTE

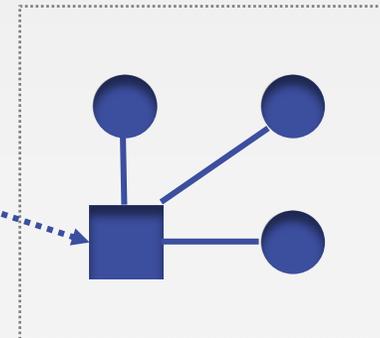
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



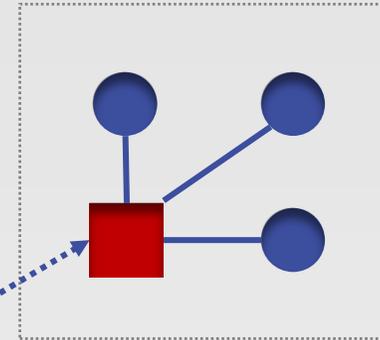
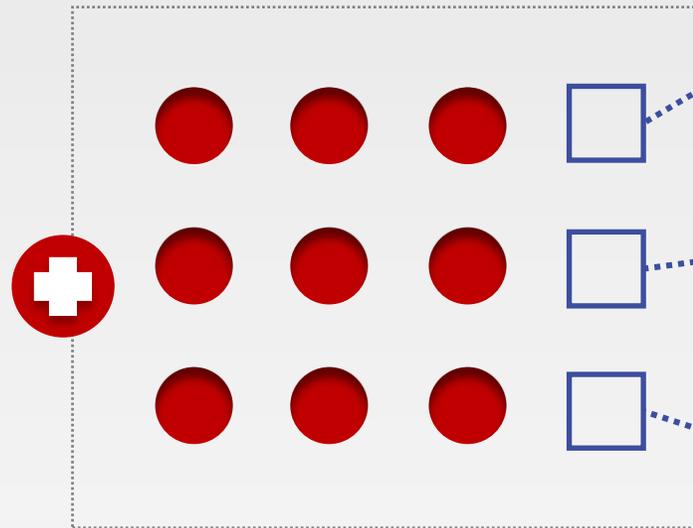
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

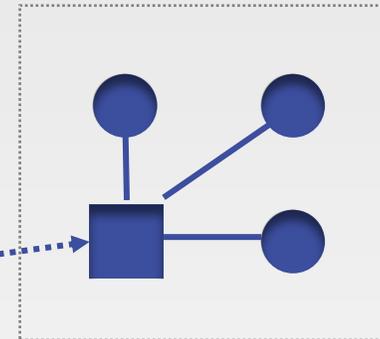
3/5 Ejemplo de contagio: **DÍAS DE DESCANSO**

DR. A AÚN NO PRESENTA SÍNTOMAS

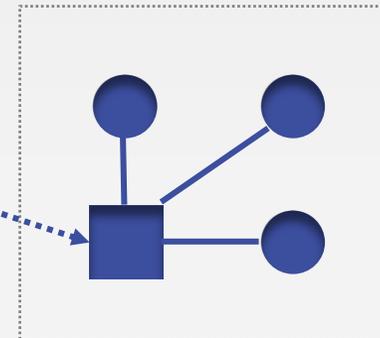
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



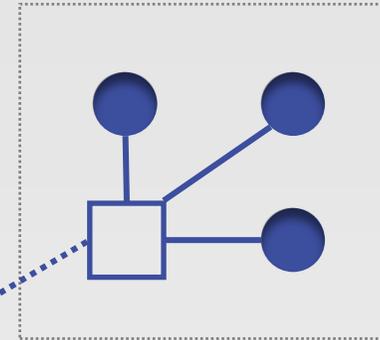
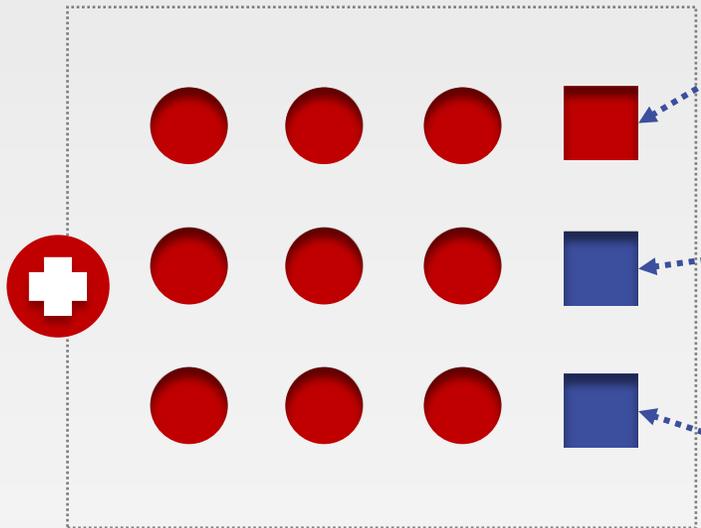
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

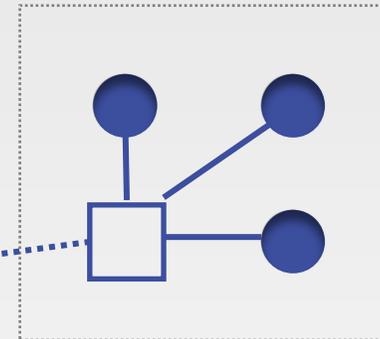
4/5 Ejemplo de contagio: VUELTA AL TRABAJO

DR. A AÚN NO PRESENTA SÍNTOMAS

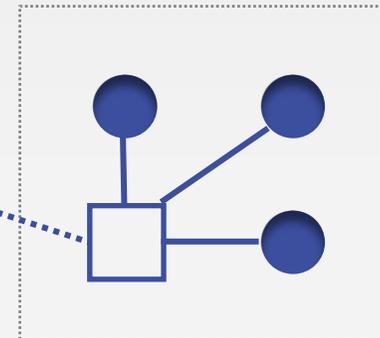
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



Hogar Dr. B



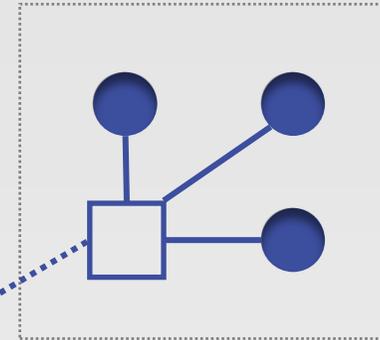
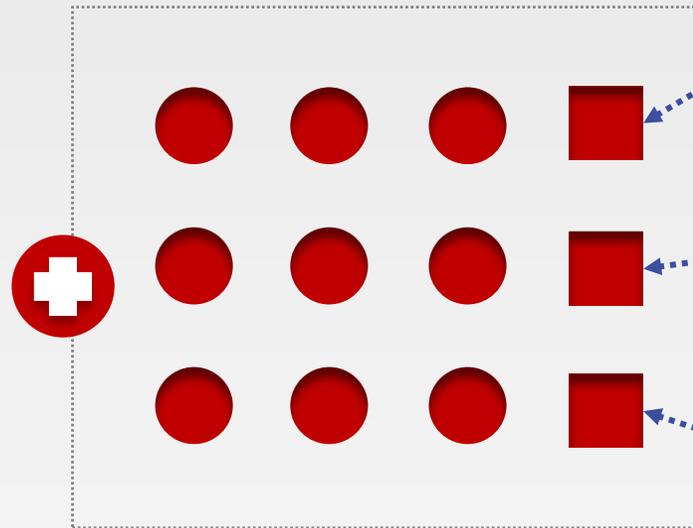
Hogar Dr. C

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESQUEMAS DE TURNOS

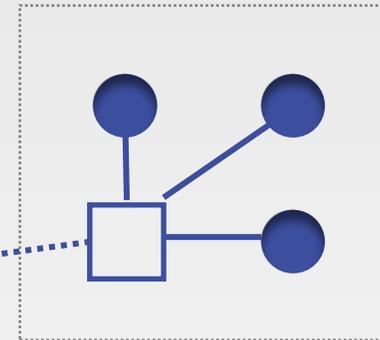
5/5 Ejemplo de contagio: VUELTA AL TRABAJO

DR. A CONTAGIA A SUS COLEGAS

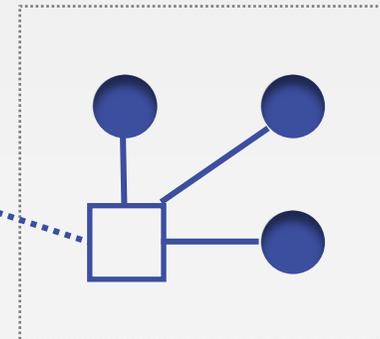
UCI Covid-19



Hogar Dr. A



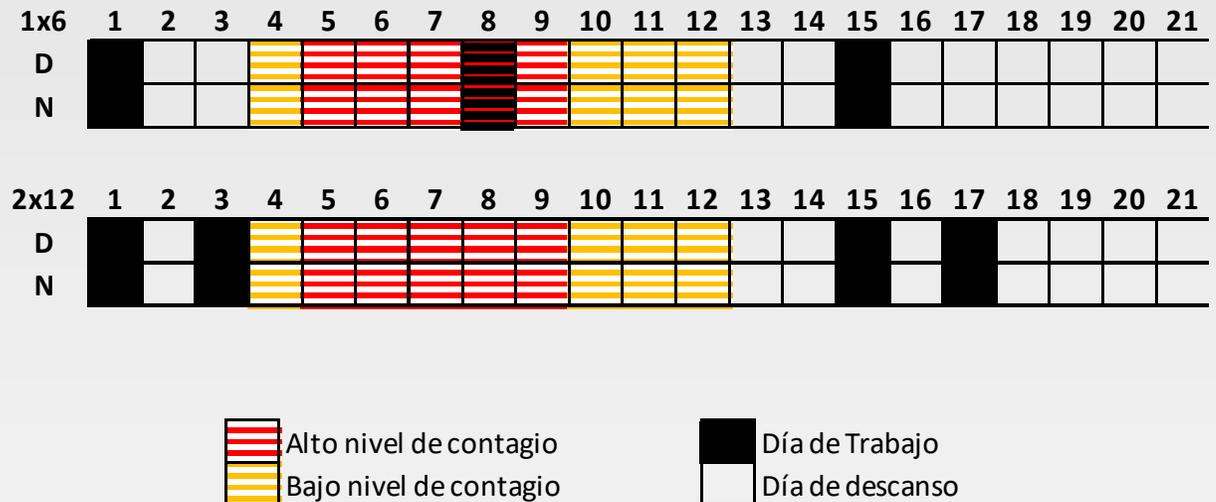
Hogar Dr. B



Hogar Dr. C

REDUCIENDO EL CONTAGIO

De acuerdo a los resultados de la simulación, la **probabilidad de contagio** entre miembros del personal médico es **hasta 4 veces menor en el turno 2x12** respecto al turno que contempla un día de trabajo a la semana.



REDUCIENDO EL CONTAGIO

Propuesta enviada al Hospital Clínico de la Universidad de Chile para su UPC de campaña

Como se puede apreciar en la Tabla 2, que muestra la eficiencia y un indicador de riesgo de contagio relativo al turno 1x5 24h¹, estos esquemas de turno están entre los más riesgosos en términos de contagio. El turno 1x3 incluso tiene mayor riesgo de producir un contagio que esquemas de mayor utilización como el 4x10 con jornada de 24 horas (Figura 3).

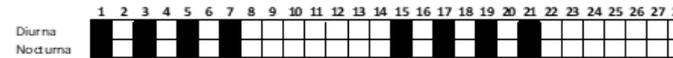


Figura 3: Esquema de turno 4x10 24h, que contempla cuatro jornadas de trabajo de 24 horas intercaladas con un día de descanso, seguidas por 7 días de descanso consecutivos.

Turno	Días de trabajo	Días de descanso	Horas diarias	Horas semanales (promedio)	Eficiencia	Riesgo de contagio
1x5 24h	1	5	24	28	0.730	1.00
1x3 24h	1	3	24	42	0.608	2.35
2x10 24h	2	10	24	28	0.732	0.39
2x12 24h	2	12	24	24	0.787	0.25
3x11 24h	3	11	24	36	0.689	0.83
4x10 24h	4	10	24	48	0.615	1.43
4x10 12h	4	10	12	24	0.779	0.20

Tabla 2: Eficiencia y riesgo de contagio entre miembros del personal médico para algunos esquemas de turno, determinadas a través de una simulación que modela las interacciones del personal médico. El riesgo de contagio se reporta en relación al riesgo de contagio del turno 1x5 24h.

Se propone por tanto, para los tipos de jornada “Rotativo”, utilizar turnos 2x10 24h (Figura 4), que permiten reducir en más de un 60% el riesgo de contagio entre miembros del equipo médico, manteniendo las mismas horas semanales promedio que el turno 1x5 24h, que corresponde al tipo de jornada “Rotativo”. Este esquema permite mantener la dotación propuesta de 24 médicos generalistas y 48 médicos junior, disminuyendo considerablemente el riesgo de contagio.

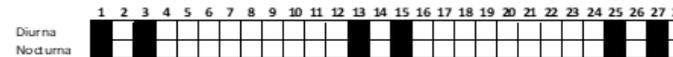


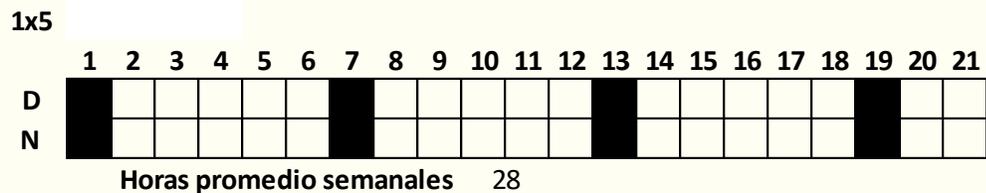
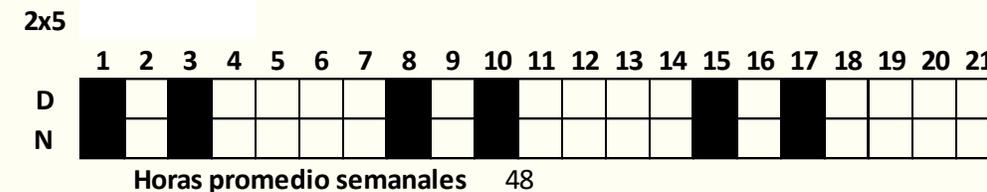
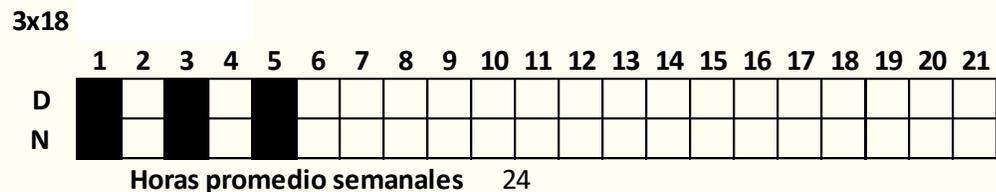
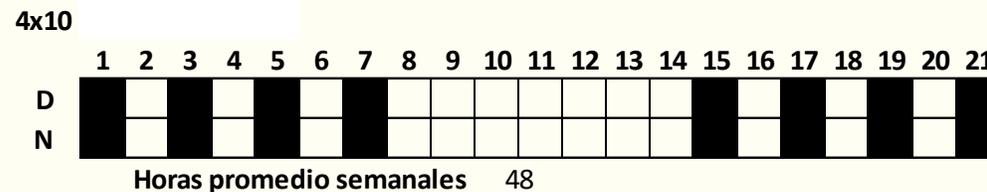
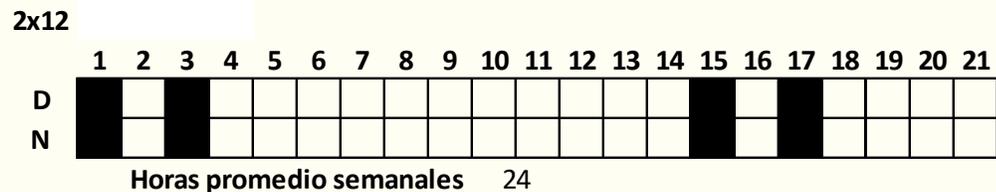
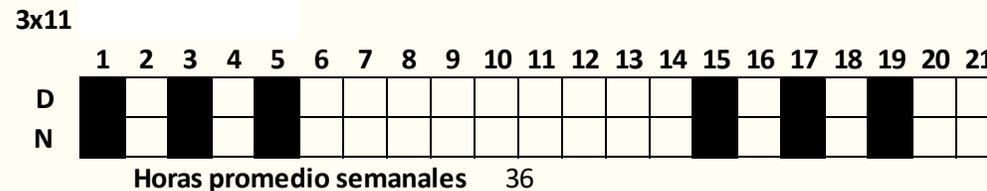
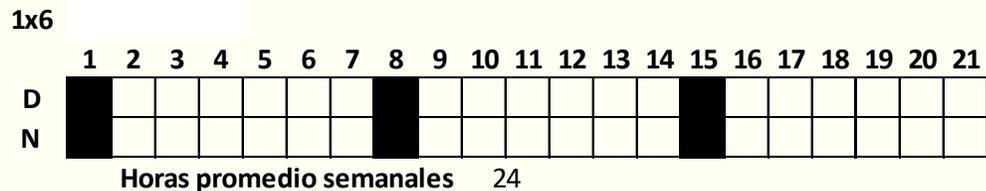
Figura 4: Esquema de turno 2x10 24h, que contempla dos jornadas de trabajo de 24 horas intercaladas con un día de descanso, seguidas por 9 días de descanso consecutivos.

¹ Este esquema de turno es utilizado frecuentemente en centros de atención médica de pacientes críticos.

Turno	Jornada Diaria	Horas Semanales	Protección alta fuera del hospital		Protección baja fuera del hospital	
			EPP Bajo	EPP Alto	EPP Bajo	EPP Alto
1 x 6	24h	24h	63,1%	75,5%	58,4%	69,4%
2 x 12	24h	24h	64,3%	78,7%	65,0%	71,7%
3 x 18	24h	24h	65,3%	76,8%	63,6%	70,0%
1 x 5	24h	28h	59,8%	73,0%	54,8%	65,9%
3 x 11	24h	36h	56,2%	68,9%	53,0%	63,1%
4 x 10	24h	48h	50,7%	61,5%	48,4%	59,0%
2 x 5	24h	48h	46,3%	59,2%	46,3%	55,7%

Tabla 1: Eficiencia de esquemas de turno seleccionados con jornada de trabajo de 24 horas. La eficiencia está medida como la disponibilidad para cumplir el esquema del turno considerando ausentismo producto de cuarentenas y períodos de recuperación.

ESQUEMA DE TURNO



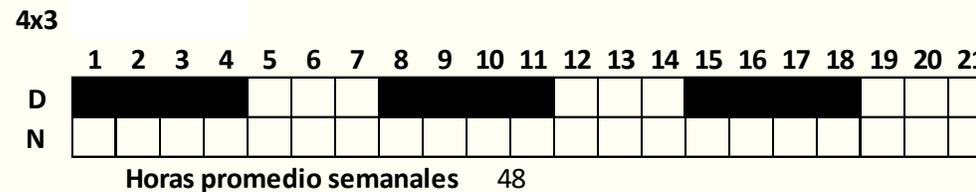
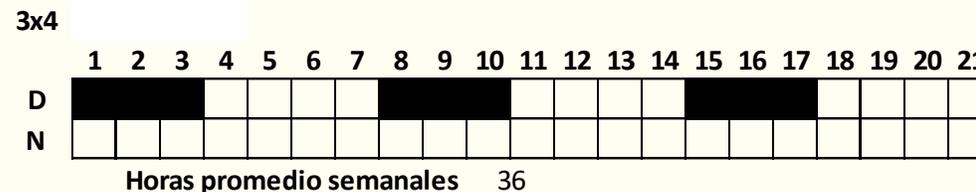
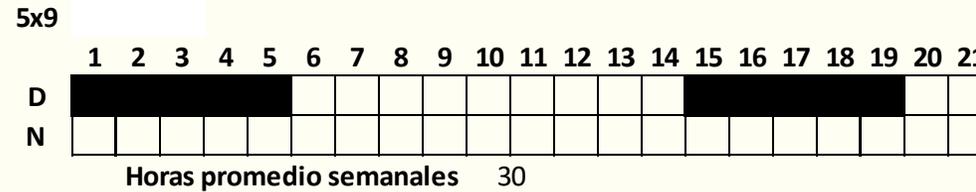
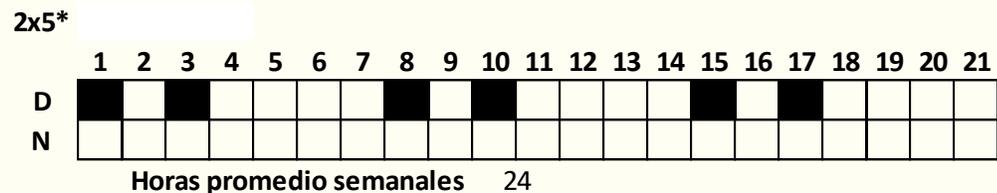
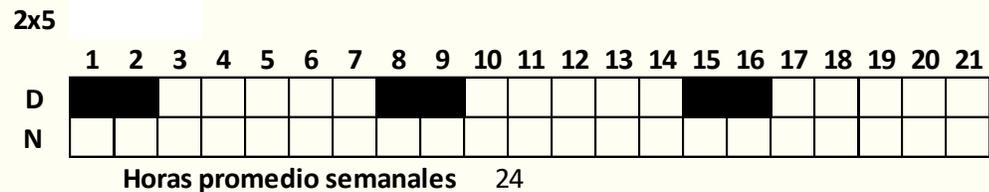
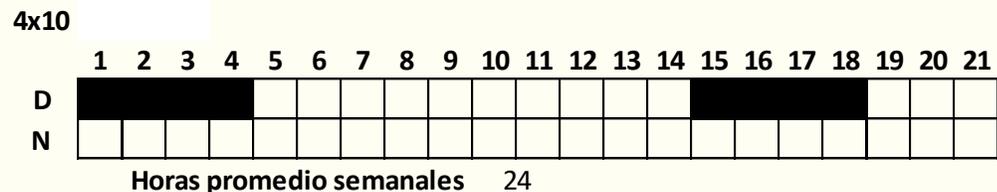
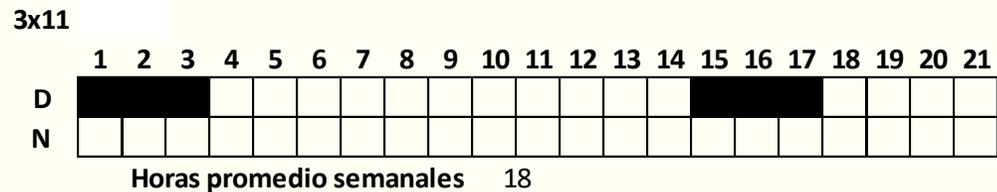
■ Jornada de Trabajo
□ Jornada de descanso

Turno	Jornada Diaria	Horas Semanales	Protección alta fuera del hospital		Protección baja fuera del hospital	
			EPP Bajo	EPP Alto	EPP Bajo	EPP Alto
3 x 11	12h	18h	70,7%	82,7%	66,4%	78,0%
4 x 10	12h	24h	65,2%	77,9%	62,2%	72,9%
2 x 5	12h	24h	60,2%	75,8%	56,0%	69,7%
2 x 5*	12h	24h	60,4%	72,3%	56,3%	69,1%
5 x 9	12h	30h	61,2%	72,5%	57,5%	67,9%
3 x 4	12h	36h	51,6%	63,8%	49,1%	62,0%
4 x 3	12h	48h	44,9%	57,7%	44,6%	55,4%

* Turno con un día de descanso entre los dos días de trabajo.

Tabla 2: Eficiencia de esquemas de turno seleccionados con jornada de trabajo de 12 horas. La eficiencia está medida como la disponibilidad para cumplir el esquema del turno considerando ausentismo producto de cuarentenas y períodos de recuperación.

ESQUEMA DE TURNO



Jornada de Trabajo
 Jornada de descanso

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES (ÑUBLE)

- A cada integrante del equipo médico de la UCI se le pregunta de forma detallada en qué configuraciones de turno puede trabajar.
- La encuesta contempla múltiples configuraciones de turnos con jornadas de 12h y 24h, de entre 18h y 48h de trabajo semanal.

ENCUESTA

A continuación se le presentarán diferentes esquemas de trabajo. Analice cada uno detenidamente.

De acuerdo a los siguientes opciones, ¿estaría usted disponible para trabajar siguiendo los esquemas descritos a continuación?

**Recuerde que el primer día de trabajo puede ser cualquiera de la semana y que posteriormente se le consultará sobre su disponibilidad específica.*

Esquema 1:

1 X 5 - 24h

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
D																					
N																					

Horas promedio semanales: 28.0

Si.

No.

ASIGNACIÓN DE TURNOS



Se desarrolló un modelo de programación entera que permite encontrar asignaciones de turnos que minimicen el riesgo de contagio dentro del hospital.



Entran como restricciones los contratos de cada integrantes del personal crítico así como las disponibilidades que entregaron vía encuesta

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

- A cada integrante del equipo médico de la UCI se le pregunta de forma detallada en qué configuraciones de turno puede trabajar.
- La encuesta contempla múltiples configuraciones de turnos con jornadas de 12h y 24h, de entre 18h y 48h de trabajo semanal.

ENCUESTA

A continuación se le presentarán diferentes esquemas de trabajo. Analice cada uno detenidamente.

De acuerdo a los siguientes opciones, ¿estaría usted disponible para trabajar siguiendo los esquemas descritos a continuación?

**Recuerde que el primer día de trabajo puede ser cualquiera de la semana y que posteriormente se le consultará sobre su disponibilidad específica.*

Esquema 1:

1 X 5 - 24h

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
D																					
N																					

Horas promedio semanales: 28.0

Si.

No.

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D																												
N																												

Es necesario asignar turnos a médicos de forma que cubran el horizonte de planificación.

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D	Red	Green	Red	Green											Red	Green	Red	Green										
N	Red	Green	Red	Green											Red	Green	Red	Green										

► 2 Turnos 2x12 – 24h

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Dr. A	Red		Red												Red		Red											
Dr. J		Green		Green												Green		Green										

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D	Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow				Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow			
N	Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow				Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow			

► 4 Turnos 2x12 – 24h

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Dr. A	D	Red		Red											Red		Red											
N	Red		Red												Red		Red											
Dr. J	D		Green		Green											Green		Green										
N		Green		Green												Green		Green										
Dr. M	D							Purple		Purple												Purple		Purple				
N								Purple		Purple												Purple		Purple				
Dr. Z	D								Yellow		Yellow												Yellow		Yellow			
N									Yellow		Yellow												Yellow		Yellow			

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D	Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow				Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow			
N	Red	Green	Red	Green				Purple	Yellow	Purple	Yellow				Red	Green	Red	Green				Blue Circle	Yellow	Purple	Yellow			

Se asignan 4 turnos 2x12 con jornada de 24h, que cubren los días:

Dr. A 1, 3, 15 y 17

Dr. J 2, 4, 16 y 18

Dr. M 8, 10, 22 y 24

Dr. Z 9, 11, 23 y 25



Es necesario asignar más turnos para cubrir los períodos de los días:

5-7, 12-14, 19-21 y 26-28

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D	Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue		Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue	
N	Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue		Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue	

▶ 1 Turno 1x6 – 24h

Dr. E

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
D						Dark Blue							Dark Blue								Dark Blue							Dark Blue	
N						Dark Blue							Dark Blue								Dark Blue							Dark Blue	

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D	Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue		Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue	
N	Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue		Red	Green	Red	Green		Dark Blue		Purple	Yellow	Purple	Yellow		Dark Blue	

Se asignan 4 turnos 2x12 con jornada de 24h, que cubren los días:

Dr. A 1, 3, 15 y 17

Dr. J 2, 4, 16 y 18

Dr. M 8, 10, 22 y 24

Dr. Z 9, 11, 23 y 25

Se asigna un turno 1x6 con jornada de 24h, que cubre los días:

Dr. E 6, 13, 20 y 27

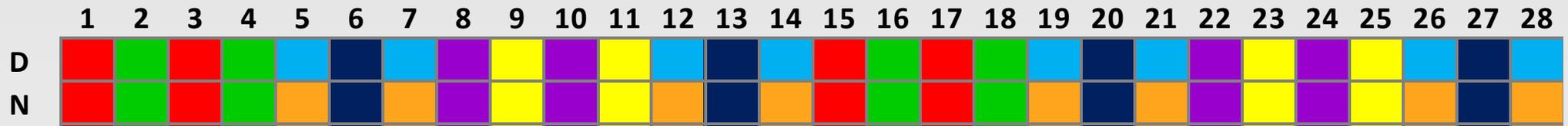


Es necesario asignar más turnos para cubrir los períodos de los días:

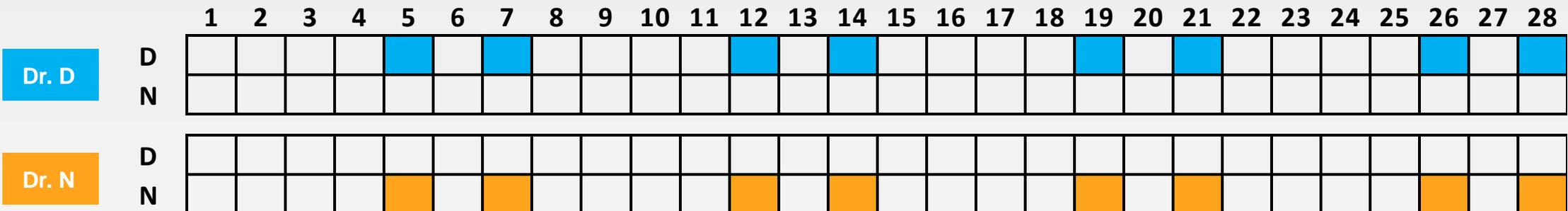
5, 7, 12, 14, 19, 21, 26 y 28

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación



► 2 Turnos 2x5 –12h



DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D	Red	Green	Red	Green	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Purple	Yellow	Purple	Yellow	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Red	Green	Red	Green	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Purple	Yellow	Purple	Yellow	Light Blue	Dark Blue	Light Blue
N	Red	Green	Red	Green	Orange	Dark Blue	Orange	Purple	Yellow	Purple	Yellow	Orange	Dark Blue	Orange	Red	Green	Red	Green	Orange	Dark Blue	Orange	Purple	Yellow	Purple	Yellow	Orange	Dark Blue	Orange

Se asignan 4 turnos 2x12 con jornada de 24h, que cubren los días:

Dr. A 1, 3, 15 y 17

Dr. J 2, 4, 16 y 18

Dr. M 8, 10, 22 y 24

Dr. Z 9, 11, 23 y 25

Se asigna un turno 1x6 con jornada de 24h, que cubre los días:

Dr. E 6, 13, 20 y 27

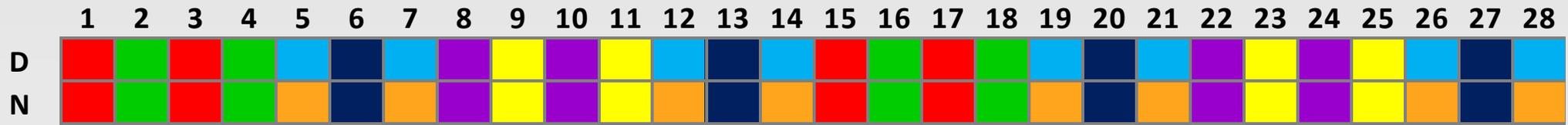
Se asignan 2 turnos 2x5 con jornada de 12h, que cubren los días:

Dr. D 5, 7, 12, 14, 19, 21, 26 y 28 durante el día

Dr. N 5, 7, 12, 14, 19, 21, 26 y 28 durante la noche

DEFINICIÓN DE TURNOS FACTIBLES

Ejemplo de planificación



Este esquema utiliza 7 turnos para dotar la UCI de 1 médico 24/7:

4 turnos 2x12 (jornadas de 24h) 

1 turno 1x6 (jornadas de 24h) 

2 turnos 2x5 (jornadas de 12h) 

Cada uno de estos 7 turnos trabaja en promedio 24 horas a la semana.

Una capacidad permanente de N médicos puede obtenerse repitiendo este esquema N veces.

PROBLEMA DE TURNOS



► El proyecto cuenta con el apoyo de la empresa **Intelligenxia**, que crea una plataforma que permite:

- Mantener información a cada médico de los turnos en los que debe trabajar en un horizonte de 2 meses.
- Visualizar en un horizonte temporal de 1 mes el calendario con los médicos que fueron asignados a cada turno.
- Administrar cambios en los turnos planificados.
- Integrar con sistemas de control de asistencia.

PLATAFORMA DE TURNOS Intelligenxia

Semana 14

Personal	Lunes 06/04/20	Martes 07/04/20	miércoles 08/04/20	jueves 09/04/20	viernes 10/04/20	sábado 11/04/20	domingo 12/04/20
Dr. Eduardo Montes							
Enf. Cecilia Jorquera							
Enf. Claudio Lorca							
Enf. Camila Lira							
Dr. Pedro Reyes							
Enf. Pilar Costa							
Enf. Sofia Briones							
Enf. Roberto Santis							

Semana 15

	Lunes 13/04/20	Martes 14/04/20	miércoles 15/04/20	jueves 16/04/20	viernes 17/04/20	sábado 18/04/20	domingo 19/04/20
Dr. Eduardo Montes							
Enf. Cecilia Jorquera							
Enf. Claudio Lorca							
Enf. Camila Lira							
Dr. Pedro Reyes							
Enf. Pilar Costa							
Enf. Sofia Briones							
Enf. Roberto Santis							

PLATAFORMA DE TURNOS Intelligenxia

📅 Horario Planificado

Dr. Eduardo Montes



Status: **Sano**
 Días Ultimo Test: **12 Días**
 % de Enfermar con Turno: **8,6%**
 % Cumplimiento Turno: **84,3%**

Semana 12 - Actual

Personal	Lunes 23/03/20	Martes 24/03/20	miércoles 25/03/20	jueves 26/03/20	viernes 27/03/20	sábado 28/03/20	domingo 29/03/20
Dr. Eduardo Montes							

Semana 13

	Lunes 30/03/20	Martes 31/03/20	miércoles 01/04/20	jueves 02/04/20	viernes 03/04/20	sábado 04/04/20	domingo 05/04/20
Dr. Eduardo Montes							

Semana 14

Personal	Lunes 06/04/20	Martes 07/04/20	miércoles 08/04/20	jueves 09/04/20	viernes 10/04/20	sábado 11/04/20	domingo 12/04/20
Dr. Eduardo Montes							

Personal en Contacto Últimos 21 Días

Personal	Tiempo	Status	Ultimo Test
Enf. Cecilia Jorquera	0 Días	Sano	24/03/2020
Enf. Claudio Lorca	0 Días	Sano	24/03/2020
Enf. Camila Lira	0 Días	Sano	24/03/2020
Enf. Pilar Costa	7 Días	Sano	24/03/2020
Enf. Rosa Larrain	14 Días	Cuarentena Preventiva	22/03/2020
Enf. Roberta Santillana	21 Días	Covid-19	22/03/2020

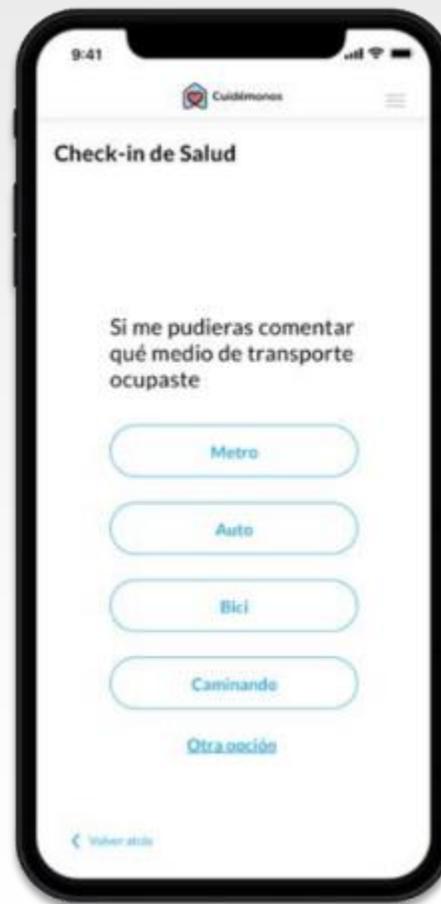
TRAZABILIDAD



▶ El proyecto cuenta con el apoyo de la empresa **Unholster**, que crea la aplicación Cuidémonos que permite:

- Mantener información del estado de salud del personal médico
- Tener trazabilidad de los turnos realizados para identificar tempranamente personal médico en riesgo de contagio.
- Monitorear las cuarentenas de doctores.
- Visualizar la información del estado de salud del personal médico según estén contagiados, sospechosos de contagio, expuestos al contacto con alguien infectado y en bajo riesgo.

App "Cuidémonos" Unholster



App "Cuidémonos" Unholster

Cuidémonos
Entre todos nos protegemos

Dashboard Operativo | **Dashboard Riesgo** | Priorizador de Atención | Configurador de Riesgo | Felipe Rivera Mellado

MONITOREO CUARENTENA

35 PERSONAS

Nombre	Planta / Sucursal
Felipe Osorio	Planta Nos
Camila López	Planta Nos
Dominga Pérez	Planta Nos
Magdalena Pérez	Planta Reñaca
Ángeles Vidaurre	Planta Reñaca
Beatriz López	Planta Reñaca
Alejandra Jorquera	Planta Reñaca
Manuel García	Planta Reñaca

FICHA PERSONA

Actualizado 30 Marzo, 2020

Felipe Andrés Osorio Soto
Colaborador

Planta / Sucursal: Planta Nos

Dirección: Camino Longitudinal Sur N° 5201, Km. 23, Nos, San Bernardo, Región Metropolitana.

RUT: 6.948.857-3

Tel.: (56 2) 2377 6400

Días Cuarentena	Días Cumplidos	Fecha Inicio	Fecha Término
14	7	06-03-20	19-03-20

Fecha Testeo	Log de Control
02-04-20	30-03-20

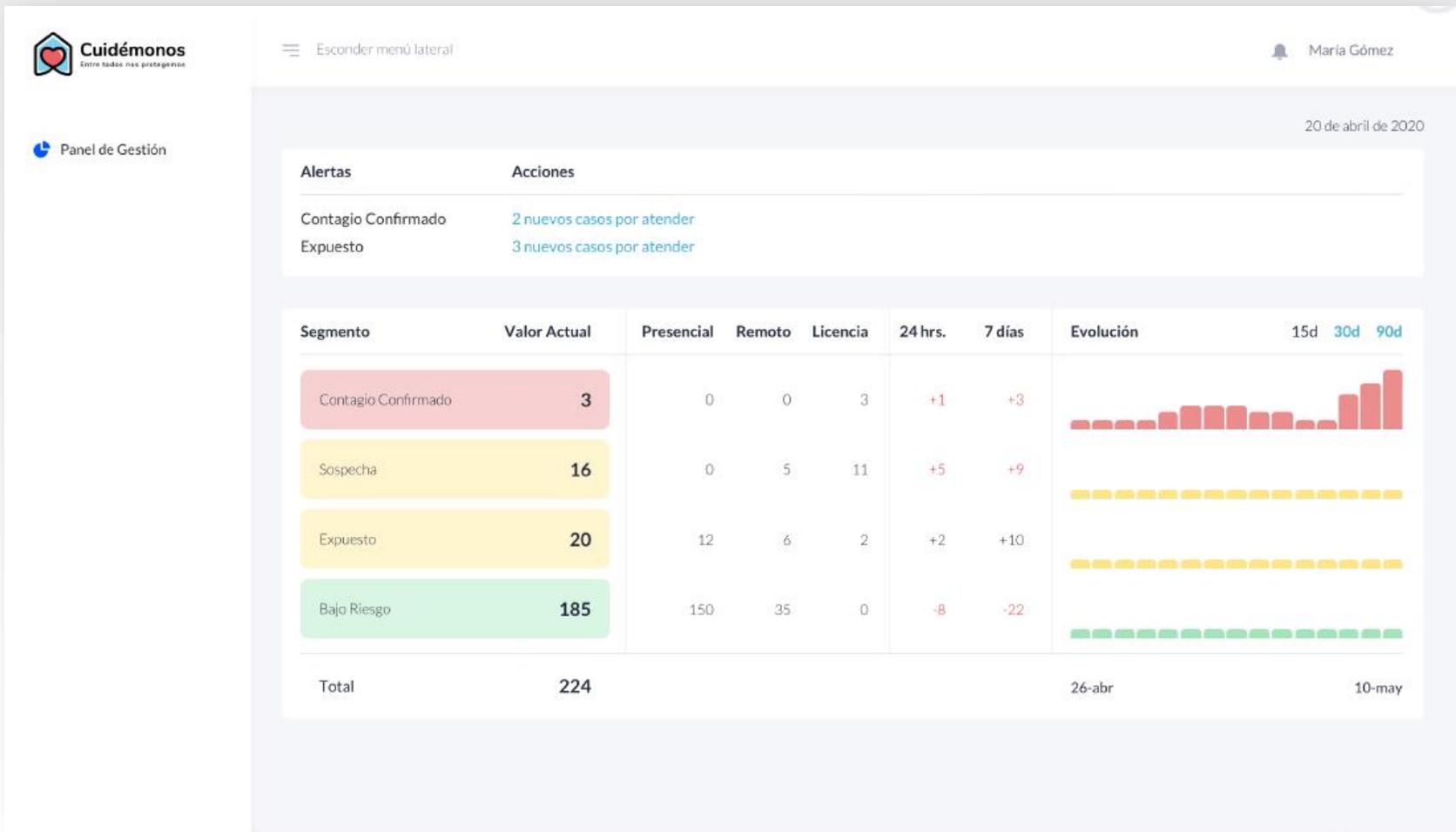
[Llamar](#) [Notificar Contactos](#)

Esconder menú lateral | Maria Gómez | 20 de abril de 2020

Alertas	Acciones
Contagio Confirmado	2 nuevos casos por atender
Expuesto	3 nuevos casos por atender

Segmento	Valor Actual	Presencial	Remoto	Licencia	24 hrs.	7 días	Evolución
Contagio Confirmado	3	0	0	3	+1	+3	
Sospecha	16	0	5	11	+5	+9	
Expuesto	20	12	6	2	+2	+10	
Bajo Riesgo	185	150	35	0	-8	-22	
Total	224						26-abr 10-may

App "Cuidémonos" Unholster



TELE UCI

Consorcio Dadneo



A medida que avancen los contagios en los equipos críticos, o que sus integrantes entren en período de protección/descanso, la presencia en terreno de intensivistas experimentados decrecerá

- El Consorcio Dadneo ha desarrollado hardware y software que permite poner la información mas relevante de un ventilador mecánico en línea
- Esta información puede ser monitoreada remotamente por un profesional experimentado, prestando así apoyo al personal en terreno
- Dadneo ha disponibilizado su tecnología para este proyecto. El trabajo on-line será incorporado al esquema de turnos
- El hardware se encuentra operativo en Hospital de Ñuble

Testeo grupal estratégico del personal médico



Proponemos usar Pool Testing PCR para testeos preventivo (screening), en los equipos de salud

Idea: identificar tempranamente contagios por COVID19 y poder acortar los tiempos de cuarentena

Pool testing: muestras de varias personas (5 a 10) analizadas con un kit de PCR

- Protocolo en dos etapas: Si un grupo sale negativo, se declara negativo para todas esas personas. Si un grupo sale positivo, se testea individualmente
- Hacer test grupales permite: (i) multiplicar varias veces la capacidad de testeo (ii) entregar resultados de test con mayor rapidez
- El protocolo no afecta la técnica usual de PCR , de acuerdo a los ensayos clínicos realizados por la Universidad de Chile

Más detalles en Iniciativa ISCI

“Multiplicando la capacidad de testeo: Pool Testing en RT-PCR” (www.isci.cl)

EQUIPO DE TRABAJO

Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería

Marcelo Olivares, PhD, Investigador ISCI, académico FCFM UCH

Daniel Yung, PhD, Postdoc ISCI & Universidad de Chile

Víctor Bucarey, PhD, afiliación

Sebastián Cerda, scientist ISCI

Magdalena Badal, scientist ISCI

Sebastián Santana, scientist ISCI

Colaboran

Leonardo Basso, PhD, Director ISCI, académico FCFM UCH

Denis Sauré, PhD, Investigador ISCI, académico FCFM UCH

Equipo asesor de Salud

Dr. Eduardo Tobar, Hospital Clínico UCH

Dr. Juan Pablo Torres, Facultad de medicina UCH

Empresas tecnológicas



Uholster
(<https://www.unholster.com/>)



Intelligenxia
(<http://intelligenxiabg.com/>)



Dadneo
(<https://www.dadneo.com/>)

Aplicaciones

Hospital Clínico Herminda Martín, Región de Ñuble

Hospital Clínico Universidad de Chile

Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río

CONTACTO

Investigador principal

Marcelo Olivares - maolivar@dii.uchile.cl

Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)

Leonardo Basso - ljbasso@ing.uchile.cl

contacto@isci.cl

www.isci.cl